(E) ISSN: 3030-3214
Volume 3, № 3
2025

UO‘K: 629.33:621.867:519.6 10.70769/3030-3214.SRT.3.3.2025.6

AVTOSAMOSVALLAR EKSPLUATATSION PARAMETRLARI SAMARADORLIGINI OSHIRISH

Gaffarov Azamat Alisherovich

Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti tayanch doktoranti, Navoiy, O‘zbekiston

Atakulov Lazizjon Ne’matovich

Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti “Kon elektromexanikasi” kafedrasi mudiri professor, Navoiy, O‘zbekiston

Annotatsiya. *Ushbu maqolada karyer sharoitida ishlatiladigan avtosamosvallarning konstruktiv xususiyatlari va ularning ekspluatatsion parametrlarini optimallashtirish masalalari ko‘rib chiqilgan. Avtosamosval harakati davomida yo‘l notekisligi va yuk markazining siljishi natijasida hosil bo‘ladigan tebranish jarayonlari matematik modellashtirilgan. Lagranj tenglamalari asosida tebranishlarning chastotasi, amplitudasi va fazasi aniqlanib, oldi va orqa g‘ildiraklar orasidagi yuk taqsimotiga ta’siri tahlil qilingan. Tadqiqot natijalari avtosamosval ramasi va asosiy elementlarida yuzaga keladigan mexanik zo‘riqishlarni baholashga, ularning mustahkamlik chegarasini aniqlashga hamda notekis yo‘llarda harakatlanish samaradorligini oshirishga imkon beradi. Natijalar ekspluatatsiya jarayonida qo‘shimcha yoqilg‘i sarfini kamaytirish va agregatlarning xizmat muddatini uzaytirishga xizmat qiladi.*
Kalit so‘zlar: *avtosamosval, ekspluatatsion parametrlar, matematik model, Lagranj funksiyasi, tebranish chastotasi, amplituda, mustahkamlik chegarasi, yo‘l notekisligi.*

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ АВТОСАМОСВАЛОВ

Гаффаров Азамат Алишерович

Базовый докторант, Навоийский государственный горный и технологический университет, Навои, Узбекистан

Атакулов Лазизжон Нематович

Профессор, заведующий кафедрой «Горная электромеханика» Навоийского государственного горно-технологического университета, Навои, Узбекистан

Аннотация. *В статье рассмотрены конструктивные особенности карьерных автосамосвалов и вопросы оптимизации их эксплуатационных параметров. Проведено математическое моделирование процессов вибрации, возникающих при движении автосамосвала по неровной дороге и смещении центра тяжести груза. На основе уравнений Лагранжа определены частота, амплитуда и фаза колебаний, а также проанализировано влияние распределения нагрузки между передними и задними колесами. Результаты исследования позволяют оценить механические напряжения, возникающие в раме и основных элементах автосамосвала, определить их предел прочности и повысить устойчивость движения по неровным дорогам. Полученные данные способствуют снижению дополнительного расхода топлива и увеличению срока службы агрегатов.*
Ключевые слова: *автосамосвал, эксплуатационные параметры, математическая модель, функция Лагранжа, частота колебаний, амплитуда, предел прочности, неровности дороги.*

(E) ISSN: 3030-3214
Volume 3, № 3
2025

INCREASING THE EFFICIENCY OF THE OPERATIONAL PARAMETERS OF DUMP TRUCKS

Gaffarov Azamat Alisherovich

Basic doctoral student, Navoi State Mining and Technology University, Navoi, Uzbekistan

Atakulov Lazizjon Nematovich

Professor, Chairman of the Department of "Mining Electromechanics" of Navoi State Mining and Technology University, Navoi, Uzbekistan

Abstract. *This article examines the design features of mining dump trucks and the issues of optimizing their operational parameters. Mathematical modeling of vibration processes arising during dump truck movement over uneven roads and due to the shift of the cargo center of gravity has been carried out. Based on Lagrange equations, the vibration frequency, amplitude, and phase were determined, and the effect of load distribution between the front and rear wheels was analyzed. The research results make it possible to assess the mechanical stresses in the dump truck frame and main components, determine their strength limits, and improve stability when operating on uneven roads. The findings contribute to reducing additional fuel consumption and extending the service life of the units.*

Keywords: *dump truck, operational parameters, mathematical model, Lagrange function, vibration frequency, amplitude, strength limit, road unevenness.*

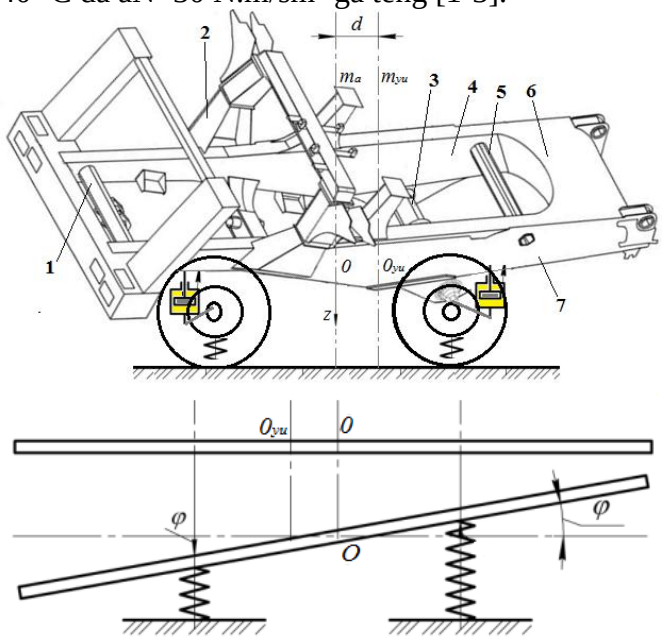
Kirish. Karyerlarda avtosamosvallarning avtoyo‘llar bo‘ylab harakatlanishi jarayonida yuzaga keladigan tebranishlarni tizimli o‘rganish katta amaliy ahamiyatga ega. Ushbu masalani hal etish avtosamosval jihozlariga ta’sir qiluvchi kuchlarni hisoblash, ularning xavfsizlik chegaralarini, aylanma qarshilik darajasini hamda boshqa ishlash ko‘rsatkichlarini aniqlash imkonini beradi. Shuningdek, avtosamosvalning konstruktiv elementlariga ta’sir etuvchi kuchlarning kattaligi va yo‘nalishi aniqlangach, turli chuqurlikdagi o‘yuqlar mavjud bo‘lgan karyer texnologik yo‘llarida harakatlanish vaqtida uning asosiy elementi — ramada yoriqlar va sinishlar paydo bo‘lishi mumkin. Yo‘l notekisligidan kelib chiqadigan kinematik qo‘zg‘aluvchan tebranishlar, jumladan, avtosamosvalning tekis bo‘lmagan yo‘l qoplamasidan o‘tishi vaqtida bajariladigan umumiy ishni aniqlash uchun asosiy energiya munosabatlari hisoblanadi. Natijada, karyer bo‘ylab harakat jarayonida qo‘shimcha yoqilg‘i sarfi ortadi.

Materiallar va usullar. Avtosamosval ramasi va yo‘l yuzasi o‘rtasidagi bog‘lovchi vazifasini osma tizim oldi va orqa osmalar bajaradi. Oldi va orqa osmalar silindrining bo‘shlig‘idagi gaz bosimi 3,15±0,025 va 3,79±0,028 MPa ni tashkil qiladi. Osma silindrda ishlaydigan suyuqlik sifatida azotli amortizator suyuqligi ishlatiladi. Rama ikkita 4 va 7 lonjerondan va ko‘ndalang o‘rnatilgan metallarni payvandlash yoki shtamplash orqali biriktiriladi (1-rasm).

Lonjeronlar rama uzunligi bo‘ylab o‘zgaruvchan balandlikdagi qutti shaklidagi qismga ega. Birinchi ko‘ndalang metall 1 diametri 245x45 mm bo‘lgan trubadan yasalgan va oldingi o‘qning markaziy richagi kronshteyn orqali biriktirilgan. Ikkinchi ko‘ndalang metall 2 bu rama yon qismlarini birlashtiruvchi pastki ko‘ndalang metalldan, oldingi osma ramaga kronshteynlar orqali biriktirilgan. Oldingi osma ko‘ndalang shtanga pastki ko‘ndalang metallga biriktirilgan. Yon lonjeronlarga uchinchi ko‘ndalang metall 3 payvandlangan, u ramaning o‘rta qismini mustahkamlaydi. Orqa ko‘prikning markaziy richagi uchinchi ko‘ndalang metallga biriktirilgan. Og‘darish mexanizmi tsilindrlarining pastki tayanchlari, kronshteynlar uchinchi ko‘ndalang metallning uchlariga payvandlanadi. Ulangan ikkita diametri 325x36 mm bo‘lgan quyma quvur tayanchdan iborat. Lonjeronlar va ko‘ndalang metallar 10HSND GOST19281-89 markali legirlangan po‘latdan yasalgan. 10XSND markali legirlangan po‘lat rama quyidagi mexanik xossalarga ega: cho‘zilish chidamliligi σV= 540 MPa, oquvchanligi σT=400 MPa, zarba kuchi minus 70 ^{o}C da aN=30 N.m/sm^2 ga teng. Platforma esa yuqori sifatli, yedirilishga bardoshli 18XGNMFR markali legirlangan po‘latdan yasaladi va uning mexanik xususiyatlar quyidagicha: cho‘zilish chidamliligi σV=1100 MPa, oquvchanligi σT=1000 MPa, zarba kuchi minus

(E) ISSN: 3030-3214
Volume 3, № 3
2025

40 °C da aN=30 N.m/sm^2 ga teng [1-3].



1-rasm. Umumlashtirilgan koordinatalarini hisobiy sxemasi.

Differentsial tenglamalar tuzish va avtosamosvalning massa markazidan o‘tadigan gorizontal o‘q, ya`ni rama atrofida tebranishlar 1-rasmda umumlashtirilgan koordinatalarini hisobiy sxemasi shaklida keltirilgan. Avtosamosval o‘zining vertikal bo‘ylama tekisligida tebranayotganligi sababli, tizim ikki erkinlik darajasiga ega. Umumlashtirilgan koordinatalar uchun avtosamosvalning *0* massa markazining vertikal siljishini Z va uning aylanish burchagi ϕ ni avtosamosval o‘qlariga parallel ravishda o‘tadigan o‘q atrofida olinadi.

Natijalar. Avtosamosval harakatlanishida kuzovdagi yuklarning markazdan ma’lum bir masofaga siljishi natijasida oldi va orqa g‘ildiraklarda markazga nisbatan tebranish harakati vujudga keladi. Bu tebranish jarayoni murakkab bo‘lganligi uchun Lagranj funksiyasi orqali yechimi tahlil qilindi.

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial L}{\partial \dot{q}}\right)-\frac{\partial L}{\partial q}=0 \qquad (1)$$

bu yerda; L - Lagranj funksiyasi, $L=E_K-E_P$,

E_K, E_P - avtosamasval kinetik va potensial energiyasi (Joul), q - umumlashgan koordinatalar sistemasi avtosamasval kuzoviga yuk ortilgandan keyin tekis parallel harakat qilishi natijasida quyidagi kinetik energiyalar hosil bo‘ladi.

$$E_K=\frac{mv^2}{2}+\frac{J\omega^2}{2}=\frac{Q}{2g}(\dot{x}^2+\rho^2\varphi^2) \qquad (2)$$

Potensial energiyalari: $E_P=E_{P1}+E_{P2}$,

E_{P1} - avtosamosval og‘irlik kuchining potensial energiyasi (Joul), E_{P2} - avtosamosval osmalarining potensial energiyasi (Joul).

$$E_{P1}=-Qx \qquad (3)$$

$$E_{P21}=\frac{k_1}{2}(x_o+x-l\varphi)^2,$$

$$E_{P22}=\frac{k_2}{2}(x_o+x+l\varphi)^2; \qquad (4)$$

bu yerda; Q - yuk va avtosamosval og‘irlik kuchi (kg), x_o - osmaning muvozanat xolatidagi boshlang`ich koordinatasi, l - ikki g‘ildirak orasidagi masofa (m), φ - avtosamosval ramasining goorizont bilan tashkil qilgan burchagi (gradus), k_1 - orqa g‘ildirakdagi osmaning bikrligi (N/m), k_2 - oldi g‘ildirakdagi osmaning bikrligi (N/m).

Umumiy potensial energiya Lagranj funksiyasiga quyidagicha bo‘ladi

$$E_P=-Qx+k[(x_0+x)^2+l\varphi^2], \qquad (5)$$

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial L}{\partial \dot{\varphi}}\right)=\frac{Q}{g}\rho^2\ddot{\varphi},$$

$$\frac{\partial L}{\partial \varphi}=-2kl^2\varphi, \qquad (6)$$

Yuqoridagi tenglamalardan quydagicha sistema hosil bo‘ladi.

$$\frac{Q}{g}\rho^2\ddot{\varphi}+2kl^2\varphi=0, \qquad (7)$$

agar $2kx_0=Q$ bo‘lsa,

$$\frac{Q}{g}\ddot{x}+2kx=0, \qquad (8)$$

Garmonik tebranishlar nazariyasiga asosan tebranishlar fazasi va burchagi quyidagicha

$$x=A\sin(\omega_1 t+a);$$

$$\varphi=B\sin(\omega_2 t+\beta); \qquad (9)$$

bu yerda; ω_1, ω_2 - tebranish chastotasi (rad⁄s),

oldi va orqa tomondagi osmalarning umumiy bikrligi,

$$k_2=\frac{C_1C_0}{C_1+C_0};$$

$$k_1=\frac{2C_2C_0}{C_2+2C_0}, \qquad (10)$$

Umumiy og‘irlik kuchi

$$Q=(m_{yuk}+m_a)g; \qquad (11)$$

Yuqoridagi garmonik tebranishlar tenglamasidan quyidagi chastotalar aniqlandi.

$$\omega_1=\sqrt{\frac{2k_1g}{Q}};$$

$$\omega_2=\sqrt{\frac{2k_2gl^2}{Q\rho^2}}; \qquad (12)$$

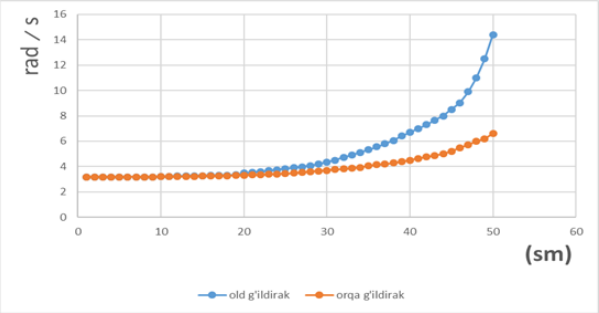
(E) ISSN: 3030-3214
Volume 3, № 3
2025

Avtosamosval uchun orqa va oldi g‘ildiraklari uchun tebranish chastotalari quyidagicha,

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{2C_1C_0g}{(C_1+C_0)(m_{yuk}+m_a)}};$$
$$\omega_2 = \sqrt{\frac{4C_2C_0gl^2}{(C_2+2C_0)(m_{yuk}+m_a)\rho^2}}; \quad (13)$$

Ikki g‘ildiraklarni tebranish chastotalari matematik jihatdan ikki xil qonuniyat asosida farqlanadi asosan yuk qo‘yilish masofasi bu tebranishlarni turlicha qilishi mumkin. Majburiy tebranma harakat va garmonik (erkin) tebranma harakatda davom etilishi maqsadga muvofiq bo‘ladi.

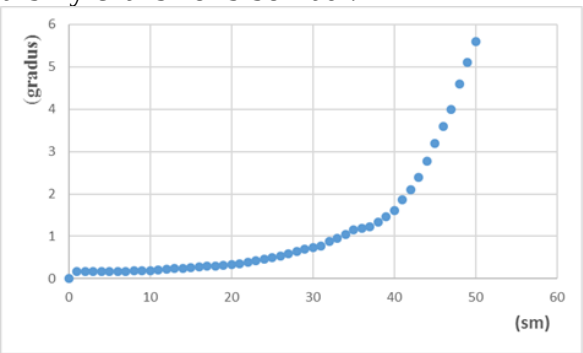
Agar massa markazi kuzovning massa markazidan ρ=1÷50 sm gacha o‘zgarishini, Q=324 (tonna), C_0=2.5*10^6 (N/m), C_1=2*10^6 (N/m), C_2=2,2*10^6 (N/m), l=6.65 (m), bo‘lganda ikki g‘ildirakdagi tebranishlar chastotasi 2-rasmda keltirilgan.



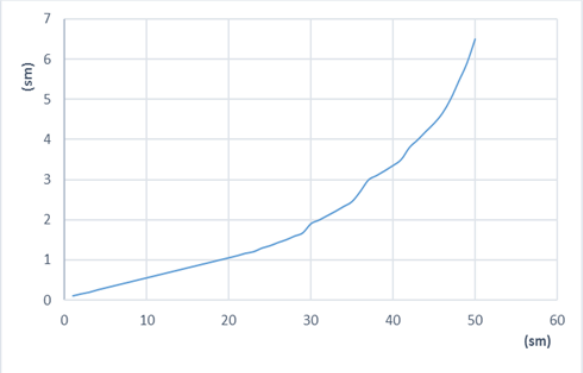
2-rasm. Oldi va orqa g‘ildirakda hosil bo‘luvchi tebranish chastotasi.

Tezlik o‘zgarmas holda massa markazi muvozanat vaziyatidan ma’lum bir masofaga siljigan onda g‘ildiraklarda hosil bo‘ladigan tebranish chastotalari 2-rasmda keltirildi. Oldi g‘ildirakda massa markazi muvozanatdan katta santimetrlarga siljiy boshlasa chastotalar farqi bir biridan yuqori darajada farq qila boshlaydi. 1 sm ko‘chishda chastota ikki g‘ildirakda 3,171 va 3.174 rad/s atrofida bo‘la boshlaydi. Agar bu ko‘chish 50 sm bo‘lsa 14,4 va 6.6 rad/s qiymatlar qayt etildi. Karyer avtosamosvallarining ekspluatatsiya jarayonida gorizontal holatda massa markazining 0 dan 50 sm gacha siljishi orqa g‘ildirakning chastotasi 6.6 rad/s ni, oldi g‘ildirakning chastotasini 14.4 rad/s ga tenglashishini ko‘rsatdi. Ushbu qiymatlar avtosamosvallar ekspluatatsiya jarayonada silkinishlar evaziga og‘irlik markazining kochishini bildiradi [5]. Agar qiymatlarni 9-ifodaga bog‘liq holda o‘zgarishi hisobga olinsa, tebranishlar fazasi va burchagi 3-rasmdagidek bo‘ladi.

Massa markazi qochishi evaziga avtosamosval ramasida gorizontal hosil bo‘ladigan burchak o‘zgarishi paydo bo‘ladi. Ushbu qiymatlar 3-rasmda keltirilgan bo‘lib, og‘irlik markazining ko‘chishi bilan avtosamosvalning gorizontal tekislikda qiyalik burchakning hosil bo‘lishi bilan izohlanadi. Albatta ushbu burchakning maksimal qiymati bo‘yicha ish olib boriladi.



3-rasm. Massa markazi qochishi evaziga avtosamosval ramasida hosil bo‘ladigan burchak o‘zgarishi.



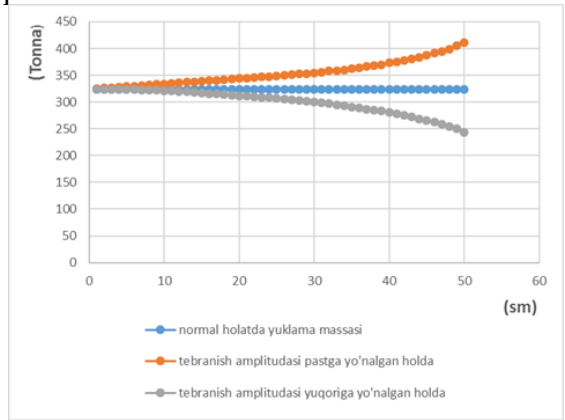
4-rasm. Ramani normal holatidan og‘ish masofasi grafigi.

Avtosamosvalning gorizontal tekislikda ramada hosil bo‘lgan burchak qiymati orqali siqilish masofasini grafigi 4-rasmda keltirilgan. Demak og‘ish masofasi maksimal 6.5 sm ni tashkil qilsa yuqoridagi 7-ifoda orqali yuklamalarni erkin tushish tezlanishiga nisbat olgan holda ifodalanadi [6-10].

Notekis yo‘lda avtosamosval harakatlanayotganda massa markazining gorizontal siljishi va massa markazidan o‘tadigan gorizontal o‘q atrofida massaning aylanish burchagi garmonik tebranishlarni ifodalaydi. Yuklangan avtosamosval uchun tabiiy tebranishlarning siklik chastotasi yuklanma-

(E) ISSN: 3030-3214
Volume 3, № 3
2025

ganiga nisbatan bir oz pasayadi, buning sababidan inertsiya kuchlari o‘zgaradi. Tebranishlar amplitudasi yo‘l qo‘yib bo‘lmaydigan darajada katta bo‘ladigan notekis yo‘lda harakatlanayotganda avtosamosvalning harakati har doim keskin tezligi mavjudligi, buning natijasida avtosamosval jihozlariga yuklanish qabul qilinishi mumkin bo‘lmagan darajada oshadi [4,6]. Tebranishlar natijasida avtosa-mosval ishchi qismlarida sinish, buralish, cho‘zilish va bir nechta deformatsiya hollatlari kelib chiqishi mumkin.



5-rasm. Tebranma holatda vujudga keluvchi yuklamani massa orqali ifodalovchi grafik.

5-rasmda avtosamosval 30 km/soat tezlik bilan umumiy yuk miqdori 324 tonnani tashkil qilganda va massalar markazi 50 sm ga farq qilgan avtosamosvalda 441 tonna yuk miqdoriga teng keluvchi yuklama hosil bo‘lishi aniqlandi [8]. Maqolada qarab chiqilayotgan avtosamosvalda cho‘zilish chidamliligi σV=540 Mpa tashkil qilsa bu yetarli shart hisoblanadi lekin tezlik 45 km/soat tezlik bilan umumiy yuk miqdori 324 tonnani tashkil qilganda va massalar markazi 50 smgacha farq qiladi. Bunday yuklama hosil bo‘lishida ramaning materiali mustahkamlik chegarasi yuqoriroq bo‘lmasa sinish, buralish va cho‘zilish holatlari kuzatiladi.

Xulosa. Avtosamosvallar normal holatda yuklash massasidan kelib chiqib, harakatlanish davomida inertsiya kuchi va tortish kuchlari natijasida yuzaga keladigan amplitudaviy tebranishlar yuqori chastotasida nominal kuchning 36% ga oshishi va pastki chastotada esa 24% ga kamayishi umumiy amplitudaning yuqori va pastki chastotalar farqini 60% ni tashkil etdi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Mislibaev I.T., Makhmudov A.M., Makhmudov Sh.A. Theoretical generalisation of functioning modes and modelling of operational indicators of excavators. // Mining information-analytical bulletin. - 2021. №1. c. 102-110. DOI: 10.25018/0236-1493-2021-1-0-102-110
2. Sherzod Makhmudov, Azamat Makhmudov, Lochin Khudojberdiev, Izzat Rakhmonov, "Criteria for assessing the performance of mining and transport equipment of mining enterprises," Proc. SPIE 12986, Third International Scientific and Practical Symposium on Materials Science and Technology (MST-III 2023), 129860P (19 January 2024); doi: 10.1117/12.3017722
3. Zhuraev, A.S., Turdiyev, S.A., Jurayev, S.T., Salimova, S.S.Q. Characteristics of packing gland seals in hydraulic systems of quarry excavators and results of comparative analysis of experimental tests Vibroengineering Procedi., 2024, 54, 252–257 p.
4. Khamzaev Akbar, A., Toshov Buri, R., Niyetbayev Arislanbek, D. Improvement of soft starter circuit for high-voltage and high-power asynchronous motors. Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering, 2023, 12616, 126160U.
5. Zokhidov, O. U.; Khoshimov, O. O.; Khalilov, Sh. Sh. Experimental analysis of microges installation for existing water flows in industrial plants. III International Conference on Improving Energy Efficiency, Environmental Safety and Sustainable Development in Agriculture (EESTE2023), E3S Web of Conferences, Volume 463, id.02023. October 2023.
6. Azamatovich, N., Abdullayev, S., Zhuraev, A., Turdiyev, S. Experimental study of improved constructions increasing the efficiency of ball mill protective coatings used in enrichment factories. E3S Web of Conferences., 2024, 525, 06006.

(E) ISSN: 3030-3214
Volume 3, № 3
2025

7. Toirov, O., Pirmatov, N., Khalbutaeva, A., Jumaeva, D., Khamzaev, A. Method of calculation of the magnetic induction of the stator winding of a spiritual synchronous motor. E3S Web of Conferences., 2023, 401, 04033.
8. Akbar, K., Sadovnikov, M., Toshov, B., Rakhmatov, B., Abdurakhmanov, U. Automation measures for mine fan installations. Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering., 2024, 12986, 129860R.
9. Sagatov N.Kh., Melikulov A.D., Shamirzaev Kh.Kh. Underground mining of mineral deposits. Study guide. Tashkent, TDTU, 2004.-170 p.
10. Buri, T., Akbar, K. Development of Technical Solutions for the Improvement of the Smooth Starting Method of High Voltage and Powerful Asynchronous Motors. AIP Conference Proceedings., 2023, 2552, 04001.